

文章编号: 1001-411X(2001)01-0023-04

日本中部风景林凋落物量、养分归还量和养分利用效率的研究

薛 达¹, 薛 立², 罗 山³

(1 山西省城乡规划设计研究院, 山西 太原 030001; 2 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642;

3 华南农业大学人文学院, 广东 广州 510642)

摘要: 研究了日本中部的 3 个风景林——常绿针叶林、常绿阔叶林和常绿落叶阔叶混交林的凋落物、养分归还量和养分利用效率。常绿针叶林、常绿阔叶林和常绿落叶阔叶混交林的年凋落量分别为 7 562、6 023 和 5 565 kg/hm², 养分年归还量分别为 233.87、125.20 和 140.23 kg/hm²。各养分中 N、K 和 Ca 的归还量大于 P 和 Mg。叶的养分归还量占养分年归还量的 64.19%~79.29%。常绿针叶林和常绿阔叶林中 Mg 的利用效率高, 表明 Mg 可能是这 2 种风景林生长的限制因子。

关键词: 常绿针叶林; 常绿阔叶林; 常绿落叶阔叶混交林; 凋落物; 养分

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

城市风景林的景观、生态、环保和社会效益日益受到重视, 但是对于其凋落物、凋落物归还的养分量, 特别是养分利用效率的研究很贫乏。本文对日本中部 3 个不同类型的风景林, 即由日本柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 构成的常绿针叶林, 由日本米槠 (*Castanopsis cuspidata*) 构成的常绿阔叶林和由日本栎 (*Quercus serrata*)、具柄冬青 (*Ilex pedunculosa*) 和桫欏 (*Eurya japonica*) 构成的常绿落叶阔叶混交林的凋落物量和凋落物归还的养分量及养分利用效率进行探讨, 以了解 3 种风景林凋落物和凋落物中 N、P、K、Ca 和 Mg 的归还和利用特性, 为科学管理风景林提供依据。

1 试验地概况

试验地设在日本中部的名古屋市东郊 (东经 136°58', 北纬 35°10'), 年均温, 最冷月 (1 月) 和最热月 (8 月) 月均气温分别为 15.0、3.7 和 27.1℃。年降雨量 1 535 mm, 主要集中在 4~9 月。常绿针叶林为 13 年生日本柳杉人工纯林, 密度为 11 050 株/hm², 林冠完全郁闭, 林冠下部一定数量的枯枝叶附着在树干上。试验地地势平坦, 海拔 50 m 左右, 土壤由洪积土形成。常绿阔叶林为日本米槠次生林, 密度为 6 800 株/hm², 林冠完全郁闭, 林下具柄冬青、红淡比 (*Cleyera japonica*) 和桫欏稀疏生长。试验地海拔为 150~170 m, 东南坡, 坡度为 24°, 土壤由第四纪土发育而成。常绿落叶阔叶混交林为落叶阔叶树种日本栎和常绿阔叶树种具柄冬青和桫欏构成的次生林, 密度为 9 398 株/hm², 日本栎着叶期林冠完全郁闭。

日本栎是上层的优势树种, 而具柄冬青和桫欏分别在中层和下层占优势。极少量日本赤松 (*Pinus densiflora*)、栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 和赤皮青冈 (*Quercus glauca*) 混生。试验地海拔为 50~80 m, 西北坡, 坡度为 20°, 土壤由第四纪土发育而成。

2 研究方法

在以上 3 种风景林中各设置 1 m² 的尼龙网收集器 10 个, 每月收集 1 次。常绿针叶林和常绿阔叶林按叶、枝和花果分类, 常绿落叶阔叶混交林按日本栎叶、具柄冬青叶、桫欏叶以及它们的枝和花果分类后烘至恒质量。每月取凋落叶的混合样, 分别不同树种将其粉碎后进行化学分析。3 种风景林的凋落枝和花果分别按其每月凋落量的比例混合取样, 粉碎后进行分析。

N 用半微量凯氏法测定; P 用钼蓝比色法测定; K 用火焰光度计测定; Ca 和 Mg 用原子吸收分光光度计测定。

3 结果与分析

3.1 年凋落量

根据连续 2 a (1994 年 4 月至 1996 年 3 月) 的测定结果, 3 种风景林中以常绿针叶林的年平均凋落量最大, 达 7 562 kg/hm², 常绿阔叶林次之, 为 6 023 kg/hm², 常绿落叶阔叶混交林最小, 仅 5 565 kg/hm² (表 1)。与其他常绿针叶林相比较, 日本柳杉林的年凋落量与日本赤松林相近, 高于杉木林、马尾松林、云南松林、云杉林、油松林和日本其他针叶林^[1~3]。常绿针

表 1 不同风景林的凋落物量和凋落物中的养分量 (kg·hm⁻²·a⁻¹)

Tab. 1 Litterfall mass and nutrients in litterfall of different scenic forests

风景林 scenic forests	组 分 components	凋落物 litterfall	养分 nutrients					合计
			N	P	K	Ca	Mg	
日本常绿针叶林 evergreen coniferous forest of Japan	叶	5 231	39.97	4.00	11.56	126.43	3.47	185.43
	枝	1 041	2.71	0.42	3.23	12.80	0.31	19.47
	花果	1 290	12.25	1.08	10.15	4.06	1.43	28.97
	合计	7 562	54.93	5.50	24.94	143.29	5.21	233.87
常绿阔叶林 evergreen broad-leaved forest	叶	3 836	47.01	1.34	23.78	17.49	4.42	94.04
	枝	2 032	14.43	0.30	2.99	6.99	1.38	26.09
	花果	155	3.64	0.20	0.41	0.51	0.32	5.08
	合计	6 023	65.08	1.84	27.18	24.99	6.12	125.21
常绿落叶阔叶混交林 evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest	叶	3 227	36.33	0.94	18.39	29.63	4.72	90.02
	枝	1 506	6.78	0.12	2.92	8.34	1.11	19.27
	花果	832	20.46	0.83	1.75	5.91	1.99	30.94
	合计	5 565	63.57	1.90	23.06	43.88	7.82	140.23

叶林的年凋落量较高归结于日本柳杉的生物学特性和气候条件。小于 20 年生的日本柳杉林的年凋落量较大^[3], 加上日本柳杉林有枯枝叶附着于树冠下部, 1994 年 9 月受强台风影响使凋落量明显增加。

常绿阔叶林的年凋落量低于海南岛的热带山地雨林、半落叶季雨林、西双版纳季雨林和南亚热带季风常绿阔叶林, 而与中亚热带滇中常绿阔叶林及日本常绿阔叶林相近^[1,3], 这反映了气候对森林类型和凋落量的影响。调查的常绿阔叶林所在地的纬度比中国中亚热带常绿阔叶林分布地的纬度高, 但是日本是个岛国, 受海洋性气候影响明显, 温暖多雨, 试验地的年平均气温和年降雨量与中国的中亚热带相近, 所以能生长常绿阔叶林, 其年凋落量与中国中亚热带常绿阔叶林相近。

常绿落叶阔叶混交林的年凋落量近似中国中亚热带中山常绿落叶阔叶混交林的年凋落量, 两林分所在地的年降雨量及降雨分布规律相似^[1], 说明森林凋落量受地带性气候条件的影响很大。

3.2 凋落物的养分年归还量

凋落物中的养分归还于森林土壤, 是土壤肥力的重要来源。3 种风景林的养分年归还量列于表 1。常绿针叶林的养分年归还量为 233.87 kg/hm²。各养分中 Ca 的归还量最大, 占养分年归还量的 61.2%; 而 P 和 Mg 的归还量小, 分别仅占养分年归还量的 2.35%和 2.33%。各养分年归还量的大小顺序为 Ca>N>K>P>Mg。各组分中, 叶由于凋落量大和养分浓度高, 归还量最大, 占养分年归还量的 79.29%, 花果凋落量小, 但是养分浓度高, 归还量居中, 达养分年归还量的 12.39%, 而枝的凋落量少且养分浓度低,

归还量最小, 仅占养分年归还量的 8.32%。叶和枝归还的 Ca 和 N 的比例大, 而花果归还的 N 和 K 的比例大。常绿阔叶林的养分年归还量为 125.20 kg/hm², 其中 N 归还量最大, 占养分年归还量的 51.98%, 而 P 归还量最小, 仅占 1.47%。各养分的年归还量的顺序为 N>K>Ca>Mg>P。各组分中, 叶归还的养分最多, 占养分年归还量的 75.11%, 花果虽然养分含量高, 但是凋落量很小, 归还的养分仅占养分年归还量的 4.06%。常绿落叶阔叶混交林的养分年归还量为 140.23 kg/hm², 各养分归还量以 N 为最大, 占养分年归还量的 45.33%, Ca 次之, 占 31.29%, K 居中, 占 16.44%, Mg 较少, 占 5.58%, P 最少, 仅占 1.35%。各组分中, 叶占养分年归还量的 64.19%, 枝占 13.75%, 花果占 22.06%。日本栎叶由于凋落量大, 占叶归还养分量的 77.67%, 而具柄冬青和桫欏凋落叶量小, 归还的养分量分别占叶养分归还量的 14.24%和 8.09%。

3 个风景林叶的养分归还量占养分年归还量的 64%以上, 各养分中 Ca 和 N 的归还量较大, K 居中, Mg 和 P 较小。

常绿针叶林的养分年归还量高于杉木、马尾松、云杉、油松、日本扁柏和日本赤松^[1,2]。

常绿针叶林养分归还量偏高的原因在于凋落量大和凋落叶的 Ca 归还量高。与其他常绿阔叶林相比, 常绿阔叶林的养分年归还量偏低^[1,2], 其原因在于凋落量不大, 其中养分含量低的枝的比例高达凋落量的 33.74%, 这大大高于其他常绿阔叶林。枝中 Ca 的归还量偏低也影响养分归还量。常绿落叶阔叶混交林的养分年归还量与桂西常绿落叶阔叶混交林接

近^[1], 各养分归还量的顺序均为 N> Ca> K> Mg> P.

3.3 养分利用效率

植物的养分利用效率是用于描述那些影响具有潜在限制作用的养分在凋落和养分再吸收 2 个途径之间的分配等多种生理学过程及其与生长速率之间关系的一个术语^[4]. 用凋落物量除以凋落物中的养分量的比率可以用来表示养分利用效率^[3]. 表 2 列出 3 个风景林及相同类型的其他林分的养分利用效率. 从表中可看出, 3 个风景林的养分利用效率以 P 最高, Mg 次之, K 居中, N 和 Ca 较低. 表 2 中的各种森林都显示出 P 的利用效率最高. 除了桂西常绿落叶阔叶混交林外, 其他森林 Mg 的利用效率位居第二, N 和 Ca 的利用效率较低, 不同的养分之间利用效率差异很大. 不同森林类型进行比较, 呈现针叶林的 N 和 K 的利用效率高于阔叶林的倾向. 日本柳

杉林的 Ca 利用效率低于其他森林, 这可能是其生物学特性决定的.

养分利用效率可以用来评价林分的养分状况^[6]. 利用效率高的养分可能是限制林分生长的养分, 而利用效率低的养分发生在此养分充足的林分中^[7]. 常绿针叶林的 Mg 利用效率高于其他日本柳杉林及日本赤松林和日本扁柏林, 日本的常绿阔叶林的 Mg 利用效率高于其他常绿阔叶林(表 2), 说明其土壤中 Mg 含量低, 导致林分吸收和存留在枝叶中的 Mg 少, 因而凋落物的 Mg 含量低和 Mg 利用效率高, 由此看来 Mg 可能是常绿针叶林和常绿阔叶林生长的限制养分. 通过提高养分利用效率来生产更多的生物量可能是植物适应贫瘠环境的一种重要的竞争策略^[8].

表 2 不同风景林凋落物的养分利用效率

Tab. 2 The nutrient use efficiency of litterfall in different scenic forests

森林 forests	地点 sites	养分 nutrients				
		N	P	K	Ca	Mg
常绿针叶林 evergreen coniferous forest	日本	137	1 429	303	53	1 429
日本柳杉林 ¹⁾ Japanese cedar forest	日本	91	759	313	41	286
日本柳杉林 ¹⁾ Japanese cedar forest	日本	213	5 000	1 250	56	476
日本柳杉林 ²⁾ Japanese cedar forest	日本	155	1 584	1 353	91	258
日本赤松林 ³⁾ Japanese red pine forest	日本	189	2 171	597	217	1 119
日本扁柏林 ³⁾ hinoki cedar forest	日本	161	2 754	510	117	896
常绿阔叶林 evergreen broad-leaved forest	日本	93	3 333	222	244	1 000
常绿阔叶林 ³⁾ evergreen broad-leaved forest	日本	104	2 696	460	104	545
常绿阔叶林 ⁴⁾ evergreen broad-leaved forest	鼎湖山	71	1 538	213	294	714
常绿阔叶林 ⁵⁾ evergreen broad-leaved forest	桂东	89	1 616	228	226	406
常绿阔叶林 ⁵⁾ evergreen broad-leaved forest	云南	80	4 235	251	152	626
常绿阔叶林 ⁵⁾ evergreen broad-leaved forest	云南	77	4 076	208	191	737
常绿落叶阔叶混交林 evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest	日本	88	2 944	243	139	714
常绿落叶阔叶混交林 ⁵⁾ evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest	桂西	64	1 326	349	128	325

1) 由河田^[9]的资料计算而来; 2) 由坂口^[3]的资料计算而来; 3) 由河原^[2]的资料计算而来; 4) 由翁轰^[10]的资料计算而来; 5) 由陈灵芝^[1]的资料计算而来

4 结论与讨论

不同类型的风景林年凋落量不同, 常绿针叶林的年凋落量为 7 562 kg/hm², 常绿阔叶林的年凋落量为 6 023 kg/hm², 常绿落叶阔叶混交林的年凋落量为 5 565 kg/hm².

3 种风景林的养分年归还量是常绿针叶林最大, 为 233. 87 kg/hm², 常绿落叶阔叶混交林次之, 为 140. 23 kg/hm², 常绿阔叶林最小, 仅 125. 20 kg/hm². 各组分中叶归还的养分量达养分年归还量的 64. 19%~79. 29%, N 和 Ca 在养分年归还量中占的

比例最大, K 居中, P 和 Mg 较小.

3 种风景林中 P 和 Mg 的养分利用效率高, K 居中, N 和 Ca 较低, 常绿针叶林和常绿阔叶林与其他同类型森林相比, Mg 的利用效率高, 表明 Mg 可能是这两种风景林生长的限制性因子. 养分利用效率除了可以用凋落物量与凋落物中的养分量之比表示外, 还可以用生物量与生物量中的养分量之比及叶干重与叶中的养分量之比来表示^[11]. 由于凋落物中的养分浓度和活枝叶中的养分浓度密切相关及活枝叶中的养分量占生物量中的养分量的大部分, 用以上任何一种方法计算出的养分利用效率的趋势相

同,但是用凋落物量与凋落物中的养分量之比的方法较简便. 笔者建议测定常绿针叶林和常绿阔叶林土壤中的 Mg 含量, 如果证明其土壤中的 Mg 含量低, 可以施镁肥以促进林木生长 .

参考文献:

[1] 陈灵芝, 黄建辉, 严昌荣. 中国森林生态系统养分循环 [M] . 北京: 气象出版社, 1997. 118—161.
[2] 河原辉彦. Litter Fall による养分還元量について (II) 有機物量および养分還元量 [J] . 日林誌, 1971, 53(8): 231—238.
[3] 坂口胜美. スギのすべて [M] . 东京: 技秀堂, 1983. 92—94.
[4] KOST J A, BOEMER R E T. Foliar nutrient dynamics and nutuient use efficiency in cornus florida [J] . Oecologia, 1985, 66(4): 602—606.
[5] BIRK E A, VITOUSEK P M. Nitrogen availability and nitrogen use efficiency in loblolly pine stand [J] . Ecology, 1985

67(1): 69—79.
[6] LUGO A E. Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age [J] . Ecol Monogr, 1992, 62(1): 1—41.
[7] VITOUSEK P M. Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forest [J] . Ecology, 1984, 65(1): 285—298.
[8] BRIDGHAM S D, PASTOR J, MCCLAUGHERTY C A, et al. Nutrient-use efficiency: A litterfall index, a model, and a test along a nutrient-availability gradient in North Carolina Peatland [J] . Am Nat, 1995, 145(1): 1—21.
[9] 河田弘. 森林土壤学概论 [M] . 东京: 博友社, 1989. 284.
[10] 翁 轰, 李志安, 屠梦照 等. 鼎湖山森林凋落物及营养元素含量研究 [J] . 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(4): 299—304.
[11] DELUCIA E H, SCHLESINGER W H. Resource-use efficiency and dro tolerance in adjacent great basin and sierran plants. Ecology, 1991, 72(1): 51—58

Study on Litterfall, Nutrient Returned by Litterfall and Nutrient Use Efficiency in Scenic Forests of Central Japan

XUE Da¹, XUE Li², LUO Shan³

(1 Shanxi Urban-Rural Planning Design and Research Institute, Taiyuan 030001, China;

2 College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

3 College of the Humanities and Social Sciences, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Litterfall amounts, nutrients returned by litterfall and nutrient use efficiency in evergreen coniferous forest, evergreen broad-leaved forest, and evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest of Central Japan were studied. Annual amounts of litterfall in evergreen coniferous forest, evergreen broad-leaved forest, and mixed forest were 7 562, 6 023 and 5 565 kg/hm², respectively, which resulted in the amount of nutrient contained in litterfall being 233.87, 125.20 and 140.23 kg/hm², respectively. Returned amounts of N, K and Ca were greater than P and Mg in all scenic forests, and leaves contributed 64.19% ~79.29% of the total. A high Mg use efficiency in evergreen coniferous forest and evergreen broad-leaved forest indicates that Mg may be in a limited supply in the two scenic forests.

Key words: evergreen coniferous forest; evergreen broad-leaved forest; evergreen and deciduous broad-leaved mixed forest; litterfall; nutrient

【责任编辑 周志红】